

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
 - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
 - FADED TEXT
 - ILLEGIBLE TEXT
 - SKEWED/SLANTED IMAGES
 - COLORED PHOTOS
 - BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
 - GRAY SCALE DOCUMENTS
-

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 45 404 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸ *P 1175*
B 01 D 19/00
A 61 M 1/36
A 61 B 19/00

⑳ Aktenzeichen: 195 45 404.9
㉑ Anmeldetag: 6. 12. 95
㉒ Offenlegungstag: 12. 6. 97

DE 195 45 404 A 1

㉓ Anmelder:
KEVIN Business Corp., Obarrio, Panama/Panamá,
PA

㉔ Vertreter:
Allgeier & Vetter, 86199 Augsburg

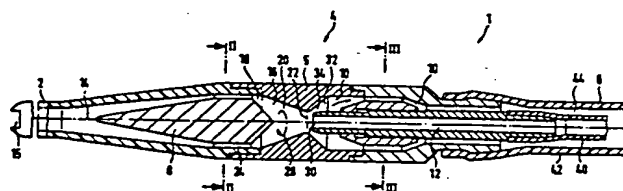
㉕ Erfinder:
Brockhoff, Alexander, Schaan, LI

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

| | |
|----|--------------|
| DE | 36 41 644 C2 |
| DE | 36 24 363 C2 |
| DE | 43 29 385 A1 |
| US | 54 51 321 |
| US | 37 85 380 |

㉗ Ausscheiden von Luft aus lufthaltigem Blut

㉘ Verfahren und Vorrichtung zum Ausscheiden von Luft aus lufthaltigem Blut. Das lufthaltige Blut wird in Form einer Zyklonströmung durch eine Zyklonvorrichtung (4) hindurchgeleitet, vorzugsweise hindurchgesaugt, so daß in der rotierenden Zyklonströmung Fliehkräfte zur Trennung der Luft vom Blut entstehen.



DE 195 45 404 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausscheiden von Luft aus lufthaltigem Blut gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung betrifft insbesondere das Trennen von Luft aus einem strömenden Blutstrom, welcher von einem Patienten, zum Beispiel einer Wundstelle oder Operationsstelle, oder von einem Blutbehälter oder einer Blutspendevorrichtung abgesaugt wird.

Beim Absaugen von Blut, z. B. von einem Patienten während einer Operation, wird häufig auch Luft aus der Umgebung abgesaugt. Die Luft vermischt sich mit dem Blut und führt zu einer Schädigung der Blutbestandteile. Dadurch wird eine Aufbereitung und Wiederverwendung des Blutes erschwert.

In der Praxis wird heute zutage von der Operationswunde eines Patienten Blut durch Systeme abgesaugt, welche aus einer Kanüle, einem Fördersystem in Form einer Rollerpumpe oder einer Vakuumpumpe, einem Blutzirkulationssystem und Verbindungsleitungen bestehen. Diese bekannten Systeme traumatisieren (beschädigen) das Blut in weitem Ausmaß.

Die Ursachen für die Blut-Traumatisierung durch die bekannten Systeme sind unter anderem folgende:

1. Das aktive Absaugen von Blut von dem Operationsbereich eines Patienten hat eine intensive Vermischung der Flüssigkeitsphase (Blut) mit der Gasphase (Luft) zur Folge. Diese Vermischung findet nicht nur an und in der Absaugkanüle statt, sondern auch in den Verbindungsleitungen, und bildet einen Hauptfaktor für die Blut-Traumatisierung.
2. Um eine wirksame Absaugung des Blutes zu erreichen, erfordern die bekannten Systeme ein verhältnismäßig starkes Vakuum, welches zusätzliche Beschädigungen der Blutbestandteile verursacht.

Neuere Systeme zur Blutabsaugung sind deshalb so ausgebildet, daß sie die Gasphase von der Flüssigkeitsphase trennen können, um die Beschädigung des Blutes zu limitieren. Die bekannten Systeme sind jedoch sperrig, groß, schwer, schwierig zu bedienen und teuer in der Herstellung. Ein solches System ist beispielsweise aus der US-A-4 388 922 bekannt.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein Blut-Luft-Separationssystem zu schaffen, welches einen kleineren traumatischen Einfluß auf Blut hat und mit welchem auch mikro-kleine Luftbläschen aus einem fließenden Blutstrom ausgeschieden werden können.

Die Erfindung ist besonders von Vorteil bei Operationen mit Herz-Lungen-Maschinen, Lebertransplantationen, vielen anderen Operationen in Körperkavitäten, und allgemein bei Blutspenden mit einem Blut-Oxygenator.

Ferner soll das System gemäß der Erfindung so ausgebildet sein, daß im abgesaugten Blut vorhandene Luft kurz nach der Blutabsaugstelle, insbesondere nahe beim Patienten wieder vom Blut getrennt werden kann. Das System soll preiswert und leicht zu benutzen sein. Das System der Erfindung soll folgendes ermöglichen:

1. Eine maximale Trennung der Gasphase (Luft), auch wenn sie aus kleinen Luftbläschen mit nur wenigen μm Durchmesser besteht, von der Flüssigkeitsphase (Blut), vorzugsweise sofort und direkt an oder nahe an der Stelle, wo das Blut abgesaugt wird;

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die unabhängigen Ansprüche gelöst.

Gemäß der Erfindung wird das Blut in einem Zyklon in Wirbelbewegung versetzt, so daß die schwereren Bestandteile des Blut-Luft-Gemisches durch Fliehkraft radial nach außen gedrängt werden, während die physikalisch leichteren Bestandteile und damit insbesondere die Luft in das radiale Zentrum des Zyklon-Wirbelstromes gedrängt werden. Durch getrenntes Absaugen der radial nach außen gedrängten Flüssigkeitsphase und der sich radial innerhalb von ihr bildenden Gasphase wird die Gasphase von der Flüssigkeitsphase getrennt.

In der vorliegenden Beschreibung und den Zeichnungen sind nur Ausführungsformen mit einem Zyklon dargestellt. Für den Fachmann ist es jedoch klar, daß auch mehrere Zykclone parallel oder in Serie benutzt werden können. Die folgende Beschreibung und Darstellung eines Zykklons ist deshalb stellvertretend für Ausführungsformen mit mehreren parallel oder in Reihe verwendeten Zykklonen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der Zyklon in einem kleinen Handgriffteil einer Blutabsaugkanüle untergebracht. Dies hat die Vorteile, daß die Luft unmittelbar nach der Blutabsaugstelle wieder vom Blut getrennt wird, und daß sich der Zyklon an einer gewichtsmäßig günstigen Position befindet. Der Zyklon kann in die Blutabsaugkanüle integriert oder am stromabwärtigen Ende der Blutabsaugkanüle angeordnet sein. Die Außenwand der Kanüle und/oder des Handgriffteils bildet vorzugsweise gleichzeitig die Mantelwand des Zykklons.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von mehreren bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen axialen Längsschnitt durch eine Blutabsaugvorrichtung nach der Erfindung im Maßstab 4 : 1,

Fig. 2 einen Querschnitt längs der Ebene II-II von Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt längs der Ebene III-III von Fig. 1,

Fig. 4 eine Seitenansicht eines Strömungskörpers der Blutabsaugvorrichtung von Fig. 1,

Fig. 5 schematisch die Anwendung einer Blutabsaugvorrichtung nach Fig. 1 in einem System zur Blutabsaugung von einem Patienten, Blutaufbereitung und Blutzirkulation zurück zu dem Patienten,

Fig. 6 schematisch eine weitere Ausführungsform der Blutabsaugvorrichtung nach der Erfindung,

Fig. 7 schematisch einen Axialschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Zykklons nach der Erfindung, ähnlich der Fig. 1,

Fig. 8 schematisch einen Axialschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Zykklons nach der Erfindung,

Fig. 9 schematisch einen Axialschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Zykklons zur Trennung von Luft von einem fließenden Blutstrom nach der Erfindung.

Fig. 10 schematisch eine Vorrichtung nach der Erfindung zum Trennen von Luft aus einem fließenden Blutstrom sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf zwischen einem Patienten und einer Blutaufbereitungsvorrichtung, beispielsweise einer Herz-Lungen-Maschine, die einen Oxygenator zur Anreicherung des Blutes mit Sau-

erstoff aufweist.

Die Blutabsaugvorrichtung 1 nach den Fig. 1 bis 4 besteht aus einer Blutabsaugkanüle 2, einer Zyklonvorrichtung 4 am stromabwärtigen Ende der Blutabsaugkanüle 2, und einem Doppelschlauch oder Doppellumen 6 am stromabwärtigen Ende der Zyklonvorrichtung 4. Die Zyklonvorrichtung 4 enthält in einer Mantelwand 5 einen Strömungsleitkörper 8, einen im Querschnitt ringförmigen Flüssigkeitskanal 10 und einen darin im radialen Zentrum axial angeordneten Gaskanal 12. Alle Teile sind axial zu einer Mittelachse 14 angeordnet. Die Zyklon-Mantelwand 5 bildet einen Handgriff der Blutabsaugkanüle 2 und kann aus einem Stück mit der Blutabsaugkanüle 2 oder, entsprechend den Zeichnungen, aus mehreren lösbar miteinander verbundenen Teilen bestehen. Die Blutabsaugkanüle 2 hat an ihrem stromaufwärtigen Ende einen Saugeinlaß 15. Die Mantelwand 5 bildet eine Zyklon-Wirbelkammer 16, welche aus einem stromaufwärtigen zylindrischen Abschnitt 18 und einem sich daran anschließenden, in Strömungsrichtung trichterförmig verengenden Düsenabschnitt 20 mit einer Düsenöffnung 22 im radialen Zentrum besteht. Gewindeförmige Nuten 24 zwischen gewindeförmigen Rippen 26 des Strömungsleitkörpers 8 und der an ihnen anliegenden Zyklon-Mantelwand 5 bilden einen "ungefähr tangentialen" Zykloneinlaß am stromaufwärtigen Anfang der Zyklon-Wirbelkammer 16. Der Ausdruck "ungefähr tangential" bedeutet hierin eine Richtung, welche exakt in Tangentialrichtung 90° zur Mittelachse 14 oder mindestens derart schräg zur Mittelachse 14 verläuft, daß der axiale Blut-Luft-Gemisch-Saugstrom der Blutabsaugkanüle 2 in der Zyklon-Wirbelkammer 16 als Wirbelstrom 28 in Umfangsrichtung an der Zyklon-Mantelwand 5 entlangströmt und dadurch Fliehkräfte entstehen, welche die Blutbestandteile (Flüssigkeitsphase) des Gemisch-Saugstromes radial nach außen zur Mantelwand 5 treiben und dadurch von der radial nach innen verdrängten Luft (Gasphase) des Gemisch-Saugstromes trennen. Der trichterartig enger werdende Düsenabschnitt 20 bewirkt eine Verkleinerung des verfügbaren Strömungsquerschnitts und damit eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Saugstromes in Umfangsrichtung.

Der Gaseinlaß 30 des Gaskanals 12 bildet den Gasauslaß der Zyklon-Wirbelkammer 16 und hat einen kleineren Querschnitt als die Düsenöffnung 22 und befindet sich mit nur kurzem Abstand stromabwärts von dieser Düsenöffnung 22. Der Flüssigkeitseinlaß 32 des Flüssigkeitskanals 10 bildet den Blutaussaß der Zyklon-Wirbelkammer 16 und ist ringförmig zwischen dem Gaseinlaß 30 des Gaskanals 12 und einem sich in Strömungsrichtung im Querschnitt trichterartig erweiternden Diffusor-Kanalabschnitt 34 gebildet, der auf die Düsenöffnung 22 folgt. Der Gaskanal 12 und sein Gaseinlaß 30 bestehen aus einem Rohr, welches in die Zyklon-Mantelwand 5 austauschbar eingesetzt ist. Der trichterartig enger werdende Zyklon-Düsenabschnitt 20 bewirkt eine Strömungsbeschleunigung, und der sich daran anschließende trichterartig weiter werdende Diffusor-Kanalabschnitt 34 bewirkt eine Strömungsverlangsamung der Zyklon-Wirbelströmung. Durch diese Kombination ergibt sich ein besserer Wirkungsgrad der Luft-Blut-Trennung.

Der Doppelschlauch 6 besteht aus einem radial inneren Schlauch 40, welcher an das stromabwärtige Ende des Rohres des Gaskanals 12 angeschlossen ist, und aus einem radial äußeren Schlauch 42, welcher den inneren Schlauch 40 mit radialem Abstand umgibt und an das

stromabwärtige Ende der Zyklon-Mantelwand 5 derart angeschlossen ist, daß der Flüssigkeitskanal 10 mit dem Zwischenraum 44 in Strömungsverbindung steht, welcher zwischen den beiden Schläuchen 40 und 42 gebildet ist. Beide Schläuche 40 und 42 sind an ihren stromabwärtigen, nicht dargestellten Enden entweder gemäß Fig. 6 direkt oder gemäß Fig. 5 unter Zwischenschaltung eines Blutreservoirs 46 an eine Saugquelle 48 angeschlossen.

Die Nuten 24 des Strömungsleitkörpers können einen sich ändernden Steigungswinkel Alpha von ungefähr null Grad am stromaufwärtigen Anfang bis ungefähr neunzig Grad am stromabwärtigen Ende haben, mit Bezug auf die Mittelachse 14 entsprechend Fig. 4.

Fig. 5 zeigt schematisch die Blutabsaugvorrichtung 1, welche in Richtung eines Pfeiles 50 Blut und Luft von einer Wundstelle, beispielsweise einer Operationsstelle, durch den Saugeinlaß 15 der Blutabsaugkanüle 2 absaugt, den Blut-Luft-Gemisch-Saugstrom in der Zyklonvorrichtung 4 in eine Blutphase 52 und eine Gasphase 54 trennt, und beide Phasen 52 und 54 in das Blutreservoir 46 saugt. An das Blutreservoir 46 ist oberhalb seines Flüssigkeitsspiegels die Saugquelle 48 angeschlossen. Das Blut kann vom Blutreservoir 46 über eine Blutaufbereitungs- und Blutfördervorrichtung 56 in Richtung eines Pfeiles 58 wieder in den Kreislauf des Patienten zurück rezirkuliert werden oder in Blutkonserven gefüllt werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 ist die Saugquelle 48 eine Rollerpumpe, welche im Strömungsweg zwischen einer weiteren Ausführungsform einer Zyklonvorrichtung 4.2 und dem Blutreservoir 46 angeordnet ist. Die Blutabsaugkanüle 2 kann bogenförmig oder über einen kurzen Verbindungsschlauch 60 an das stromaufwärtige Ende der Zyklonvorrichtung 4.2 angeschlossen. Das stromabwärtige Ende der Zyklonvorrichtung 4.2 ist durch die beiden Schläuche 40 und 42 an die Saugseite der Rollerpumpe 48 angeschlossen sein. Die Druckseite der Rollerpumpe 48 ist über einen Schlauch 62 für die Flüssigkeitsphase (Blut) und einen separaten Schlauch 64 für die Gasphase (Luft) an das Blutreservoir 46 angeschlossen. Der Patient 66 ist nur schematisch in Form eines Blutgefäßes dargestellt.

Die in Fig. 7 dargestellte Zyklonvorrichtung 4.2 von Fig. 6 enthält einen Strömungsleitkörper 8, dessen stromaufwärtige Stirnseite die Form eines Kegels mit kurzer Kegelhöhe hat und dessen stromabwärtige Stirnseite flach ist. Die Zyklon-Wirbelkammer 16 hat auf ihrer gesamten axialen Länge eine kreiszylindrische Form. Der Gaseinlaß 30 des Gaskanals 12 ist im radialen Zentrum des vom Strömungsleitkörper 8 erzeugten Wirbelstromes 28 angeordnet. Der Gaskanal 12 ist stromabwärts seines Einlasses 30 aus der Zyklon-Wirbelkammer 16 seitlich herausgeführt, so daß bei dieser Ausführungsform die beiden Schläuche 40 und 42 nicht koaxial ineinander, sondern außerhalb voneinander liegen.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen erstreckt sich die Mittelachse 14 in der Zyklonvorrichtung 4 oder 4.2, je nach Position der Bedienungsperson horizontal, vertikal oder schräg.

Die in den Fig. 8 und 9 dargestellten Ausführungsformen von Zyklonvorrichtungen 4.3 und 4.4 können als selbständige Geräte auf eine Unterlage gestellt werden, so daß die Mittelachse 14 der Zyklonvorrichtungen 4.3 und 4.4 sich vertikal erstreckt. Die Zyklonvorrichtung 4.3 von Fig. 8 und die Zyklonvorrichtung 4.4 von Fig. 9 haben je eine kreiszylindrische Zyklon-Mantelwand 5;

am oberen, stromaufwärtigen Ende der Mantelwand 5 einen tangentialen Zykloneinlaß 70, welcher an eine nicht dargestellte Blutabsaugkanüle 2 angeschlossen ist; am unteren, stromabwärtigen Ende der Mantelwand 5 einen tangentialen ersten Zyklonauslaß 71, welcher ein Teil des Flüssigkeitskanals 10 ist, dessen Einlaß 32 durch den Ringraum zwischen der Zyklon-Mantelwand 5 und dem Gaskanal 10 gebildet ist; einen zweiten Zyklonauslaß in Form des Einlasses 30 des Gaskanals 12, welcher sich durch einen Wirbelkammerboden 72 hindurch erstreckt, so daß der Einlaß 30 des Gaskanals 12 im radialen Zyklonzentrum der Wirbelkammer 16 stromaufwärts von dem Flüssigkeits-Einlaß 32 des Flüssigkeitskanals angeordnet ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 8 befindet sich in der Zyklon-Wirbelkammer 16 ein kegelförmiger Einsatzkörper 74, welcher sich von einer Wirbelkammer-Decke 76 oberhalb des Zykloneinlasses 70 am Zykloneinlaß 70 vorbei erstreckt und zwischen sich und der Zyklon-Mantelwand 5 einen ringförmigen Düsenkanal 78 konzentrisch zur Mittelachse 14 bildet, der sich vom Zykloneinlaß 70 bis zu einer ringförmigen Düsenöffnung 80 keilförmig verengt und dadurch den Blut-Luft-Gemisch-Saugstrom beschleunigt. Die stromabwärtige Stirnseite des Einsatzkörpers 74 ist rechtwinkelig zur Mittelachse 14 flach und liegt mit Abstand gegenüber von dem Einlaß 30 des Gaskanals 12.

Die Zyklonvorrichtung 4.4 von Fig. 9 hat auf der Innenseite ihrer Wirbelkammer-Decke 76 einen kreiszylindrischen Einsatzkörper 82. Der Einsatzkörper 82 bildet mit der Zyklon-Mantelwand 5 im Bereich des Zykloneinlasses 70 eine Ringkammer 84. Auf die Ringkammer 84 folgt in Strömungsrichtung längs der Mittelachse 14 ein trichterartig enger werdender Düsenabschnitt 86 und dann ein trichterartig weiter werdender Diffusorabschnitt 88, welcher letzterem mit axialem Abstand der Einlaß 30 des Gaskanals 12 axial gegenüberliegt. Der Düsenabschnitt 86 und der Diffusorabschnitt 88 sind durch einen zweiten Einsatzkörper 90 gebildet, welcher in die Zyklon-Mantelwand 5 eingesetzt ist.

Die Zyklonvorrichtungen nach der Erfindung bilden einen "dynamischen Luftabscheider", weil er vom Blut durchströmt wird und dabei Luft aus dem Blut abscheidet. Die Zyklonvorrichtungen haben auch bei sehr kleinen Blutmenigen und bei sehr kleinen, nur wenige μm großen Luftbläschen noch einen guten Luftabscheidungs-Wirkungsgrad.

Die in Fig. 10 dargestellte Vorrichtung nach der Erfindung enthält einen Zyklon 104 im Vorlauf 106 und einen Zyklon 104 im Rücklauf 108 eines Blutkreislaufes von einem Patienten 66 zu einer Herz-Lungen-Maschine 110, die einen Oxygenator zur Sauerstoffanreicherung des Blutes enthält, und wieder zurück zum Patienten 66. Zur Absaugung des Blutes vom Patienten 66 befindet sich im Vorlauf 106 zwischen seinem Zyklon 104 und der Herz-Lungen-Maschine 110 eine Pumpe 48. Die Gasphase kann aus dem Zyklon 104 des Vorlaufes 106 durch einen separaten Strömungsweg der gleichen Pumpe oder durch eine zweite Pumpe 48 abgesaugt werden.

Im Rücklauf 108 ist zwischen der Herz-Lungen-Maschine 110 und ihrem Zyklon 104 eine Pumpe 49 angeordnet. In diesem Fall wird das Blut nicht durch diesen Zyklon 104 hindurchgesaugt, sondern hindurchgetrieben. Die Gasphase dieses Zyklons 104 im Rücklauf 108 kann durch die Förderkraft seiner Pumpe 104 in die Herz-Lungen-Maschine 110 zurückgeleitet werden.

Die Zyklone 104 des Vorlaufs 106 und des Rücklaufs

108 haben am einen axialen Ende einer kreisrunden Zyklon-Wirbelkammer 16 einen tangentialen Einlaß 70 und an ihrem anderen axialen Ende einen Blutauslaß 32 an der Zyklonenkammerwand und einen Luftauslaß 30 im radialen Zentrum der Zyklonen-Wirbelkammer 16.

Der Vorlauf 106 und der Rücklauf 108 bilden zwei verschiedene Prozesse, welche getrennt voneinander oder gemäß Fig. 10 in Kombination miteinander verwendet werden können. Der Zyklon 104 im Vorlauf 106 dient zum Trennen von Luft, welche unerwünscht am Patient abgesaugt wird, von dem Blut, welches gleichzeitig vom Patienten abgesaugt wird. Der Zyklon 104 im Rücklauf 108 dient zum Trennen von kleinsten Luftbläschen mit einem Durchmesser im Bereich von μm , welche im Oxygenerator der Maschine 110 in das Blut gelangen, das zum Patienten gefördert wird.

Gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform kann die Pumpe 48 im Vorlauf weggelassen werden und ihre Saugwirkung von der Pumpe 49 des Rücklaufs 108 durch die Maschine 110 hindurch erzeugt werden. In Fig. 10 geben ausgezogene Pfeile 120 die Blut-Strömungsrichtung, gestrichelte Pfeile 122 die Luft-Strömungsrichtung, und kombiniert ausgezogen-gestrichelte Pfeile 124 die Blut-Luft-Gemisch-Strömungsrichtung an.

Die Blutabsaugstelle kann eine Wundstelle, Operationsstelle oder jedes beliebige Blutgefäß eines Patienten 66 sein, oder ein Behälter, zum Beispiel eine Blutkonserve, oder eine Maschine, zum Beispiel eine Herz-Lungen-Maschine 110, und/oder ein Oxygenator zur Sauerstoffanreicherung von Blut.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausscheiden von Luft aus lufthaltigem Blut, dadurch gekennzeichnet, daß das lufthaltige Blut als fließender Blutstrom in Form einer rotierenden Zyklonströmung durch eine Zyklonvorrichtung getrieben wird, so daß in der rotierenden Zyklonströmung Fliehkräfte zur Trennung der Luft vom Blut entstehen, daß vom radialen äußeren Umfangsbereich der Zyklonströmung und vom radial inneren Zentrum der Zyklonströmung Bestandteile des lufthaltigen Blutes getrennt herausgeführt werden, wobei wegen der Fliehkräfte in der rotierenden Zyklonströmung die aus dem Umfangsbereich der Zyklonströmung herausgeführten Bestandteile volumenmäßig weniger Luft enthalten als das lufthaltige Blut stromaufwärts der Zyklonströmung und deshalb im folgenden als Blutphase bezeichnet werden, während die aus dem radial inneren Zentrum der Zyklonströmung herausgeführten Bestandteile entsprechend volumenmäßig mehr Luft enthalten und deshalb im folgenden als Gasphase bezeichnet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausscheidung der Luft aus dem Blut mittels der Zyklonströmung in einem fließenden Blutstrom durchgeführt wird, der von einem Patienten abgesaugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausscheidung der Luft aus dem Blut mittels der Zyklonströmung in einer Blutabsaugkanüle oder am stromabwärtigen Ende einer Blutabsaugkanüle durchgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausscheidung der Luft aus dem Blut mittels der Zyklonströmung in einem fließen-

den Blutstrom durchgeführt wird, der zu einem Patienten strömt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Blutstrom durch die Zyklonvorrichtung mit dem Druck einer Förderpumpe hindurchgetrieben wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausscheidung der Luft aus dem Blut mittels der Zyklonströmung in einem Blut-Rezirkulationskreislauf durchgeführt wird, in welchem Blut von einem Patienten zu einer Blutaufbereitungsvorrichtung und dann wieder zurück zum Patienten strömt.

7. Vorrichtung zum Ausscheiden von Luft aus lufthaltigem Blut, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zyklonvorrichtung (4; 4.2; 4.3; 4.4; 104) vorgesehen ist, durch welche das lufthaltige Blut als fließender Blutstrom in Form einer rotierenden Zyklonströmung hindurchführbar ist, so daß in der rotierenden Zyklonströmung Fliehkräfte zur Trennung der Luft vom Blut entstehen, daß Zyklonauslässe (30, 32) vorgesehen sind, durch welche vom radial äußeren Umfangsbereich der Zyklonströmung einerseits und vom radial inneren Zentrum der Zyklonströmung andererseits Bestandteile des lufthaltigen Blutes getrennt aus der Zyklonströmung herausführbar sind, wobei wegen der Fliehkräfte in der rotierenden Zyklonströmung die aus dem Umfangsbereich der Zyklonströmung herausgeführten Bestandteile volumenmäßig weniger Luft enthalten, während die aus dem radialen inneren Zentrum der Zyklonströmung herausgeführten Bestandteile entsprechend volumenmäßig mehr Luft enthalten als das lufthaltige Blut stromaufwärts der Zyklonströmung.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonvorrichtung (4; 4.2; 4.3; 4.4; 104) an einem axialen Ende einer Zyklon-Wirbelkammer (16) einen Zykloneinlaß (24; 70) für das lufthaltige Blut und am anderen axialen Ende der Zyklon-Wirbelkammer (16) sowohl einen Zyklonauslaß (32) für die Blutphase an der Mantelwand der Zyklon-Wirbelkammer (16) als auch einen Zyklon-Auslaß (30) für die Gasphase im radial inneren Zentrum der Zyklon-Wirbelkammer (16) hat.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zyklonauslaß (30) für die Gasphase koaxial innerhalb des Zyklonauslasses (32) für die Blutphase angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklon-Wirbelkammer (16) einen stromabwärts in Richtung zu ihrem Zyklonauslaß (32) für die Blutphase düsenartig enger werdenden Kammerabschnitt (20; 78; 86) hat.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonvorrichtung (4; 4.2; 4.3; 4.4; 104) im Strömungsweg zwischen einer Blutabsaugstelle (66; 110) wesentlich näher bei der Absaugstelle als einer Saugquelle (48) angeordnet ist, durch welche das Blut von der Blutabsaugstelle abgesaugbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonvorrichtung (4) in einem Handgriffteil (5) einer Blutabsaugkanüle (2) integriert ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonvorrich-

tung (4; 4.2; 4.3; 4.4; 104) in einem Blut-Rezirkulationskreislauf (4, 46, 56; 106, 108, 110) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Zyklonvorrichtung (49) in einem Blutströmungsweg (56; 108) angeordnet ist, der von einer Blutspendervorrichtung (46; 110) zu einem Blutempfänger führt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß dem in Strömungsrichtung düsenartig enger werdenden Zyklon-Wirbelkammerabschnitt (20; 86) ein in Strömungsrichtung trichterartig weiter werdender Zyklon-Wirbelkammer-Diffusorabschnitt (34; 88) nachgeordnet ist, welcher einen Teil des Zyklonauslasses (32) für die Blutphase bildet.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

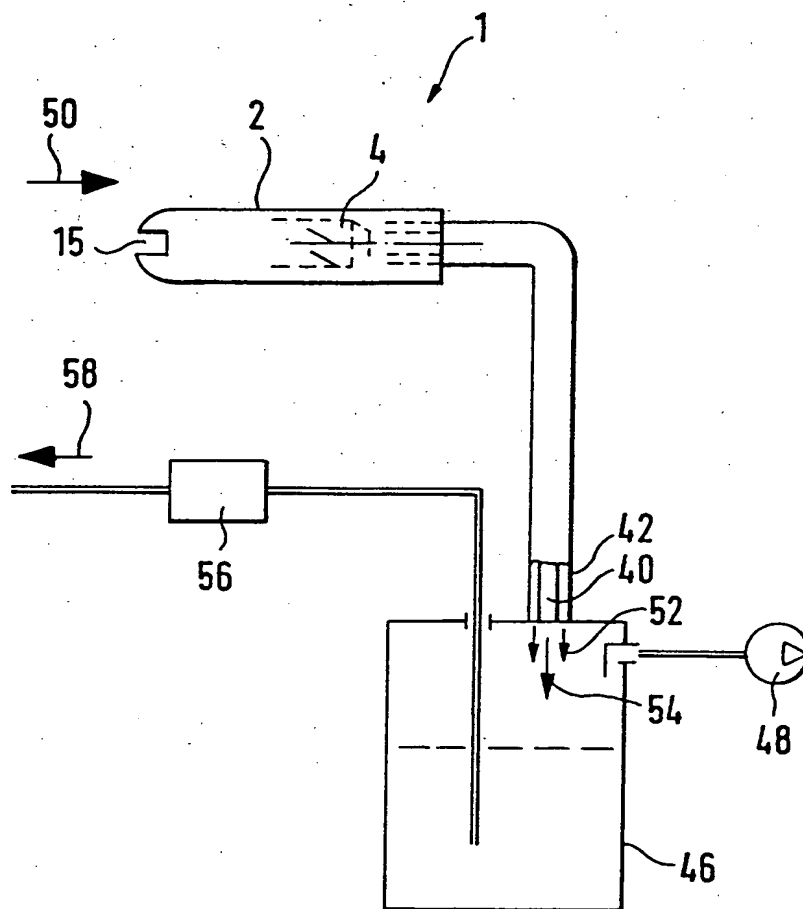


FIG. 5

FIG. 1

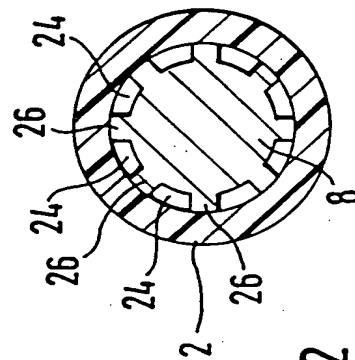
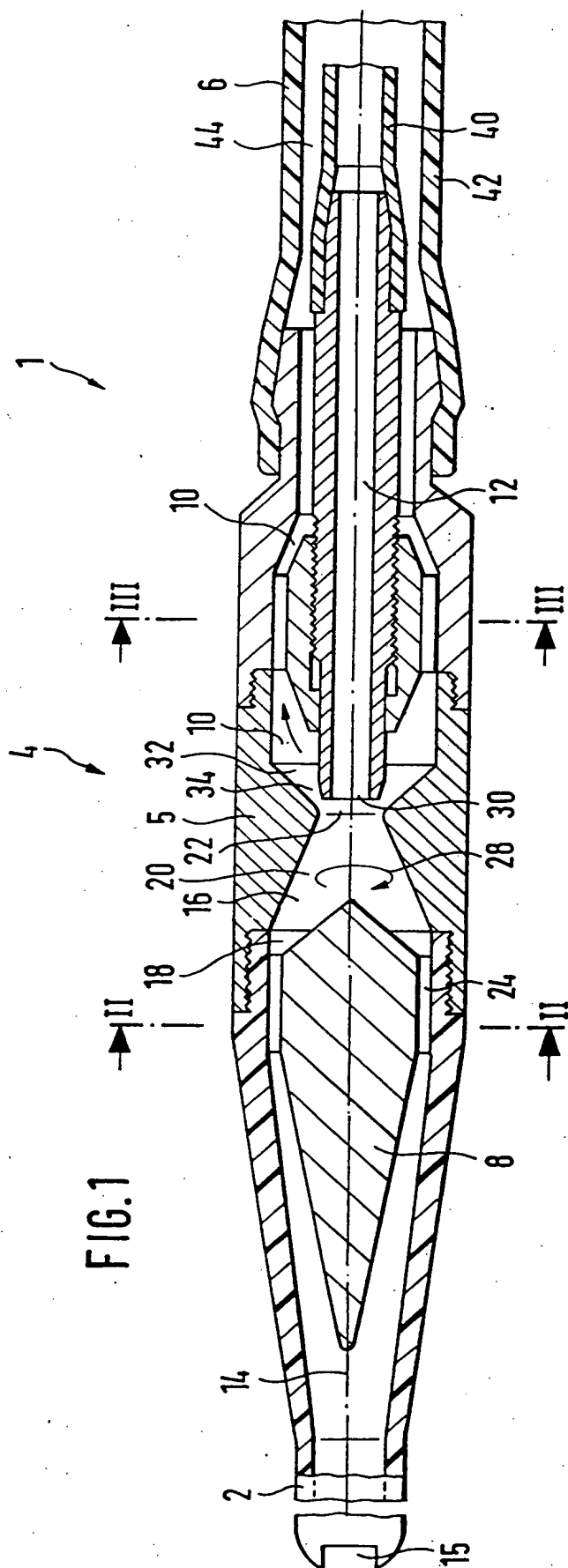


FIG. 2

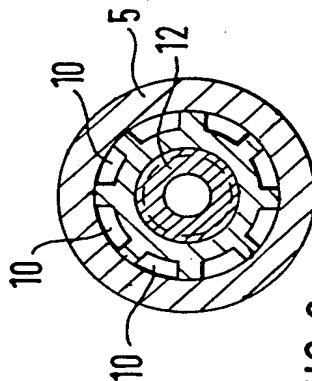


FIG. 3

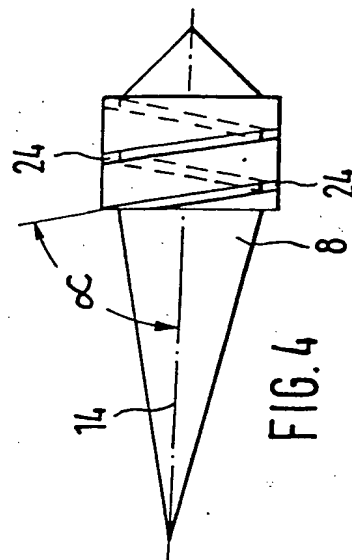
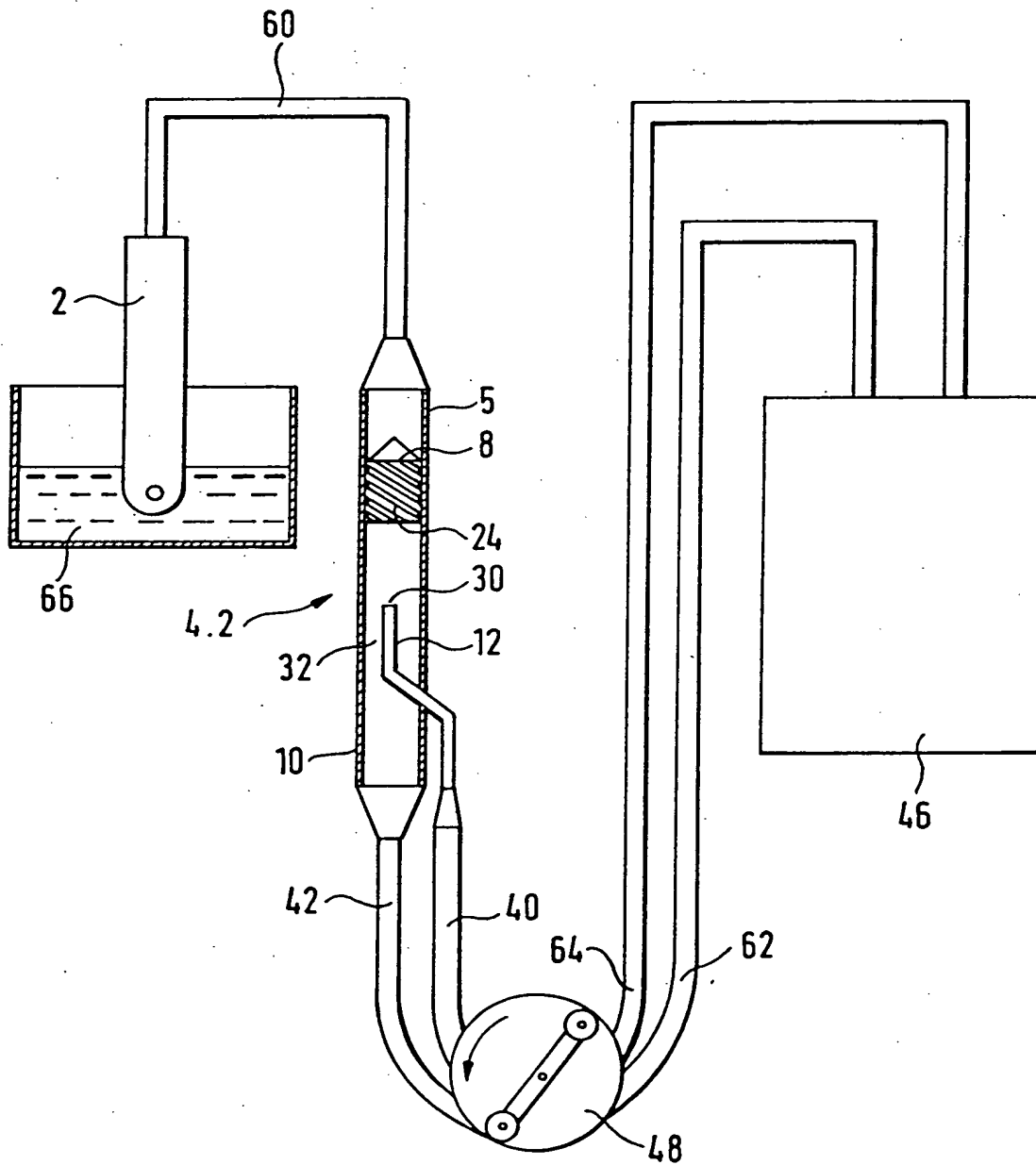
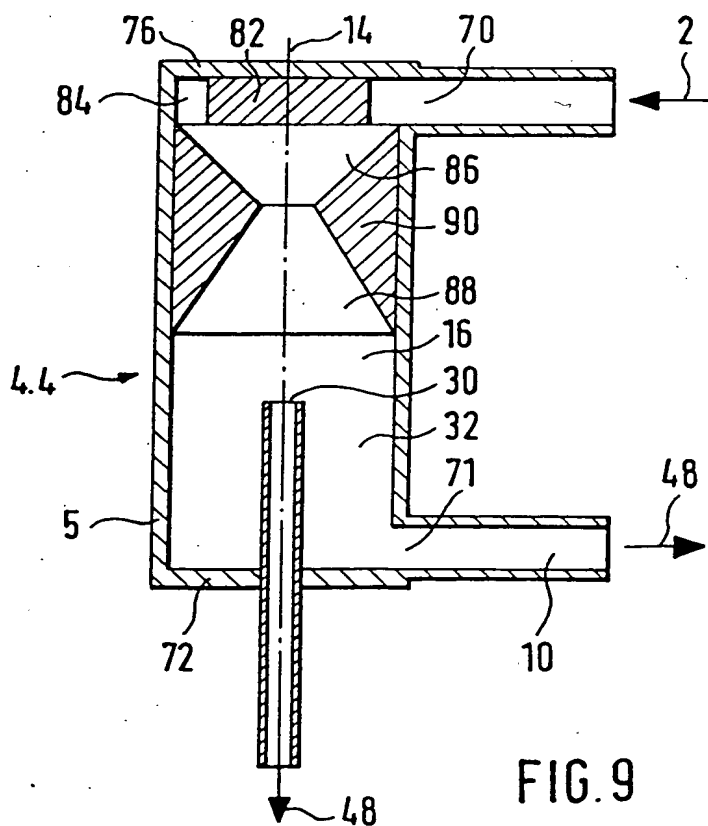
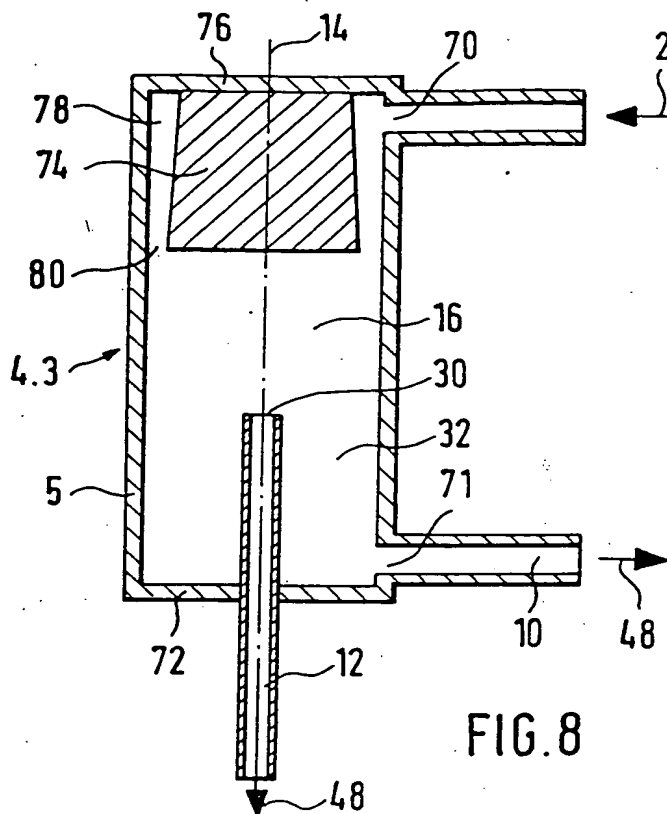
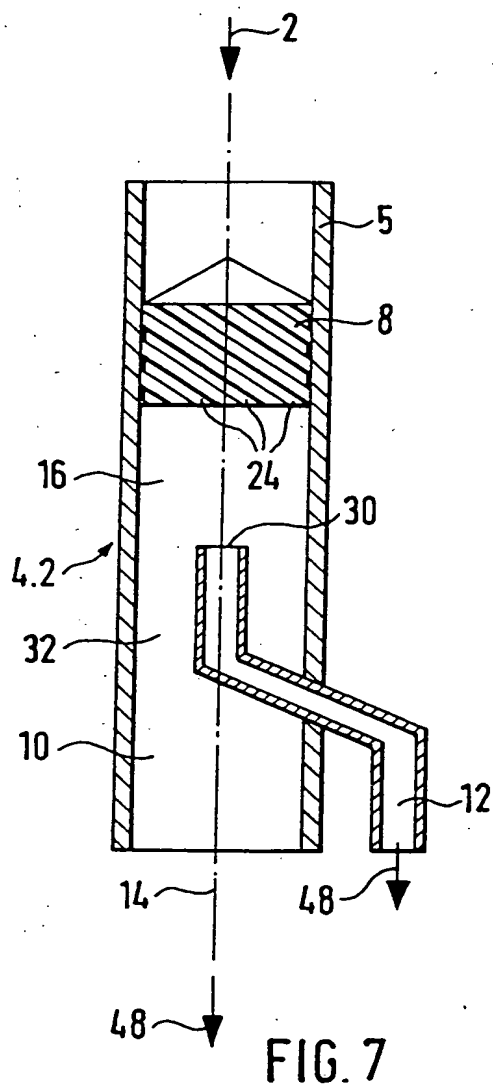


FIG. 4

FIG. 6





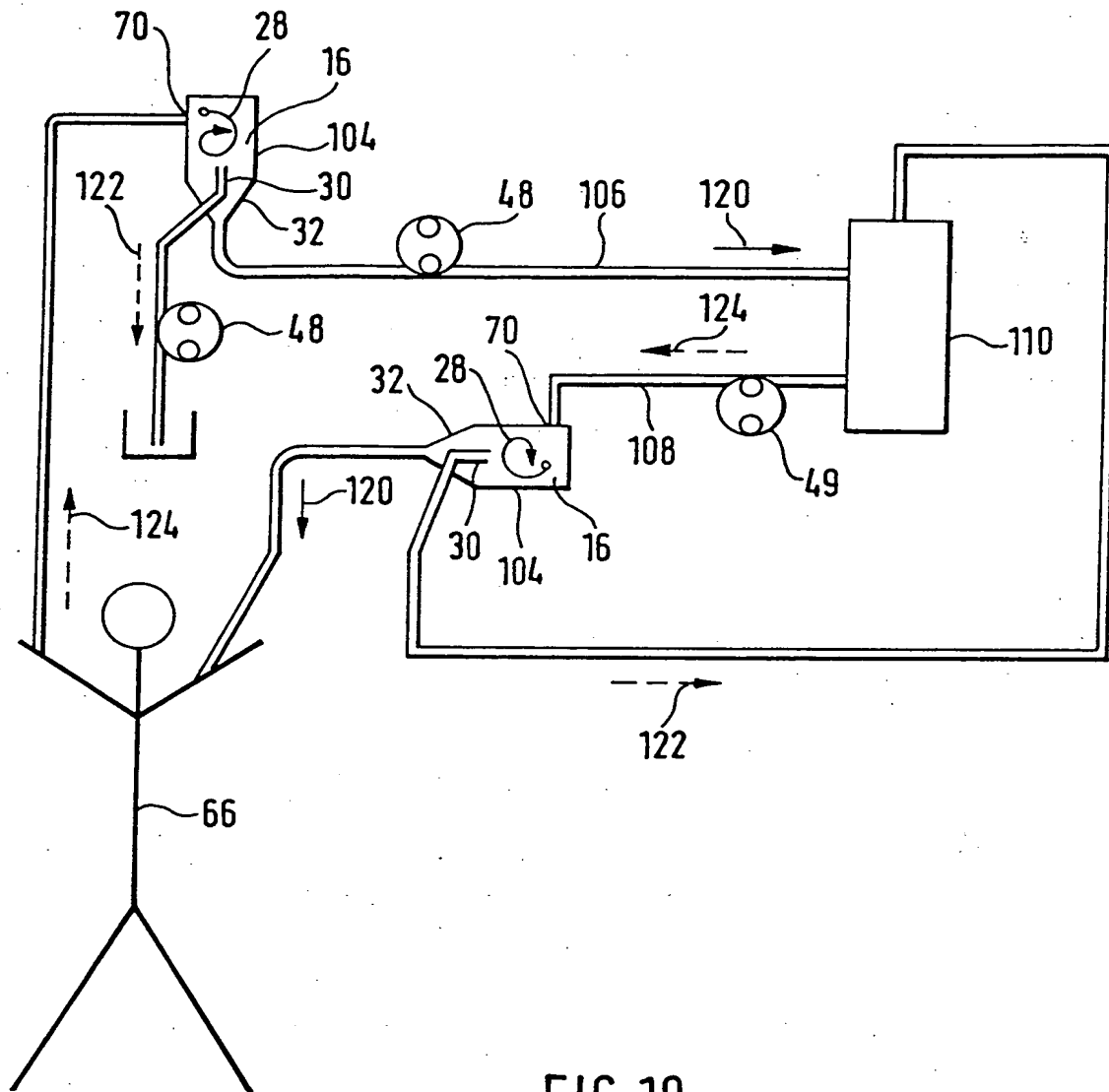


FIG. 10